

Отзыв научного руководителя
на диссертацию **Смольянова Никиты Борисовича**
«Антенные решетки с однокоординатным и двухкоординатным
широкоугольным сканированием для комплексов радиолокации и
спутниковой связи», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
2.2.14. Антенны, СВЧ- устройства и их технологии

Смольянов Никита Борисович, 1998 года рождения.

В 2022 г. окончил специалитет ФГБОУ ВО Воронежский государственный технический университет по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы». С 2021 г. по н.в. работает в АО «Концерн «Созвездие» (г. Воронеж) в должности старшего конструктора научно-технического центра «РЭБ и спецсвязь».

Актуальность темы диссертации Никиты Борисовича обусловлена необходимостью развития методик проектирования антенных решеток, обеспечивающих однокоординатное и двухкоординатное широкоугольное сканирование для комплексов радиолокации и спутниковой связи мобильного и бортового базирования.

Содержание диссертации соответствует п. 2, 3, 9 паспорта специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии:

п. 2. Исследование характеристик антенн и микроволновых устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т. д.;

п. 3. Исследование и разработка новых антенных систем, активных и пассивных микроволновых устройств, в том числе управляющих, фазирующих, экранирующих и других, с существенно улучшенными параметрами;

п. 9. Разработка методов автоматизированного проектирования и оптимизации антенных систем и микроволновых устройств широкого применения.

За время обучения в ВГТУ соискатель принимал участие в ряде научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ:

– государственное задание № FZGM-2024-0003 по созданию молодежной лаборатории «Помехоустойчивых систем связи и управления наземными и воздушными беспилотными роботизированными аппаратами»;

– государственное задание № FZGM-2024-0006 «Разработка и исследование принципов создания системы обнаружения беспилотных летательных аппаратов с использованием аэромобильных антенных систем».

Соискателем решены следующие научно-технические задачи:

– исследование и разработка конструкции антенной решетки, обеспечивающей независимое многолучевое частотно-коммутационное широкоугольное сканирование на основе двухслойной цилиндрической линзы Люнеберга;

- исследование и разработка волноводно-щелевых антенных решеток на основе конструкции прямоугольного волновода с внутренними замедляющими системами и применением диэлектрических материалов для заполнения волноводного канала;

- исследование и разработка антенного устройства, конструкция которого основана на технологии плоской линзы Люнеберга и волноводно-щелевой антенной решетки на основе конструкции прямоугольного волновода с внутренними замедляющими системами для реализации частотно-коммутационного сканирования без эффекта затенения;

- исследование и разработка конструкции антенных решеток для осуществления однокоординатного угломестного сканирования;

- исследование и разработка планарной антенны вытекающей волны на основе диэлектрического волновода и дифракционной решетки, состоящей из металлических лент с заданным периодом, обеспечивающей частотное сканирование;

Научной новизной обладают следующие положения диссертации:

- разработана методика построения антенной системы с применением технологии плоской двухслойной линзы Люнеберга, структура которой основана на синтезе метаматериальной поверхности, служащей для разделения тела линзы на две части, что отличает ее от аналогов и позволяет реализовать систему без возникновения эффекта затенения; перфорация организована на основе гексагональной сетки, в следствии чего достигается изотропность структуры, при которой электромагнитная волна будет распространяться с одинаковой скоростью во всех направлениях, что обеспечивает формирование одинаковых лучей диаграммы направленности, существующие разработки предлагают иную форму перфорации обеспечивающую анизотропное распространение, что влечет за собой изменение формы диаграммы направленности, в зависимости от направления излучения; антенная система имеет активный характер, и обладает большой полосой рабочих частот за счет возможности размещения широкополосных трансформаторов на поверхности линзы в разных местах, что отличает антенну от существующих конструкций устройств имеющих пассивный характер и применяющих монополи в качестве элементов возбуждения;

- разработана методика создания антенных устройств на основе прямоугольных волноводов, отличающихся структурой внутренней замедляющей системы, имеющей связь с парами периодических щелей на стороне узкой стенки; определено влияние параметров диэлектрических материалов и формы замедляющей системы на характеристики волновода; снижение фазовой скорости излучения в совокупности со щелями, расположенными с определенным периодом, обеспечивают высокий уровень характеристик излучения при низком уровне боковых лепестков, что позволяет осуществить частотное сканирование в широком азимутальном секторе;

– разработана методика построения планарной антенны, основанной на эффекте преобразования поверхностных волн в объемные и объемных волн в поверхностные, внутри структуры волновода и связанной с ним дифракционной решетки; устройство сочетает частотный и механический способ управления диаграммы направленности; синтез конструкции антенной решетки произведен из расчета обеспечения емкостного импеданса, в целях нейтрализации эффекта ослепления, возникающего при широкоугольном сканировании; конструкция антенной системы отличается от известных устройств оптимизацией параметров для осуществления механического сканирования за счет изменения периода дифракционной решетки, что позволяет улучшить возможности сканирования, другим отличием является упрощение конструкции за счет отсутствия необходимости включения в состав устройства фазовращателей и других сложных, дорогостоящих компонентов.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке методик проектирования антенных систем с однокоординатным и двухкоординатным широкоугольным сканированием, частотным способом в угломестной плоскости, и по азимуту, на основе коммутации, либо электромеханическим способом. Показана возможность применения волноводно-щелевых антенн с внутренними замедляющими структурами типа «гребенка» в качестве элементов антенной решетки, обеспечивающих частотное сканирование. Показана возможность формирования полноазимутальных антенных систем без эффекта затенения тела линзы ее облучателями.

Практическая значимость заключается в разработке антенных решеток, обеспечивающих широкоугольное однокоординатное и двухкоординатное сканирование исключающее возникновение эффекта затенения диаграммообразующей системы линзового типа облучателями, без применения в составе конструкции сложных технических устройств; испытание макета антенной системы мобильного размещения с возможностью механического сканирования и упрощенной технологией изготовления.

Степень достоверности полученных результатов обусловлена использованием в работе известных методов анализа и синтеза антенных устройств, методов математического моделирования, а также корректным применением известных вычислительных методов технической электродинамики и натурных экспериментальных исследований для верификации полученных результатов. Для осуществления расчетов и моделирования применялись системы автоматизированного проектирования PTC MathCAD, MATLAB R2024b, DS CST Studio Suite 2025. Результаты работы не противоречат фундаментальным законами физики, электродинамики, а также соответствуют полученным ранее результатам опубликованных работ других авторов.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 15 работах, из них 7 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 7 работ опубликовано в сборниках трудов научных конференций, получен 1 патент на изобретение.

